

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

D 604 1869



REC'D 12 AUG 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Aktenzeichen: 103 28 712.4

Anmeldetag: 25. Juni 2003

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und System zur Bestimmung des Kupplungspunktes einer mittels einer Stellvorrichtung betätigbaren Kupplung

IPC: F 16 D 48/06

Bemerkung: Die nachgereichten vollständigen Seiten der Beschreibung und die Patentansprüche sind am 27. Juni 2003 eingegangen.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

24.06.03 Wb/Hi

5 Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und System zur Bestimmung des Kupplungspunktes einer mittels einer Stellvorrichtung betätigbaren Kupplung

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Bestimmung des Kupplungspunktes einer mittels einer Stellvorrichtung betätigbaren Kupplung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des unabhängigen Anspruchs 1.

20 Eine effiziente Fahrdynamik ist bei Fahrzeugen mit Allradantrieb durch eine gezielt dosierbare Aufteilung der Antriebsleistung auf Vorder- und Hinterachse erreichbar. Für die Leistungsaufteilung wird als Stellglied ein Verteilergetriebe (VG) eingesetzt. Kernstück dieses Verteilergetriebes ist eine Mehrscheibenkupplung (MSK), die in Abhängigkeit von der auf ihre Lammellen aufgeprägten Andruckkraft eine Drehmomentübertragung auf die Abtriebseite des Fahrzeuges realisiert. Die mechanische Konstruktion des Verteilergetriebes ermöglicht eine im Rahmen der Spezifikation geforderte Dosierung-

30 nauigkeit allein durch das Aufprägen einer Kraft an der Stellmechanik. Diese Stellkraft wird beispielsweise mittels einer Hubscheibe und einer Scherenmechanik im allgemeinen von einem Getriebemotor (GM) beziehungsweise Stellmotor, im speziellen von einem Gleichstrommotor mit Schneckengetriebe, erzeugt. Figur 1 zeigt die Wirkkette des Verteilergetriebes mit

seinen Komponenten, (101) DC-Motor, (102) Schneckengetriebe, (103) Hubscheibe, (104) Schere, (105) Mehrscheibenkupplung.

5 Im Ansteuerkonzept des Getriebemotors wird aus Kostengründen häufig auf Kraft- bzw. Drehmomentensorsensorik verzichtet. Statt dessen wird die Stellcharakteristik des Verteilergetriebes in Form einer Drehmoment-Stellweg-Kennlinie (201) im Steuergerät (SG) abgelegt (Figur 2), womit der Stelleingriff auf eine Positionierung der Hubscheibe, also auf eine Positionsregelung 10 des Getriebemotors zurückgeführt wird. Zentraler Punkt der Kennlinie ist der Kupplungspunkt (202), auch Kisspunkt genannt. Das ist der Punkt, wo die Mehrscheibenkupplung beginnt ein Drehmoment zu übertragen. Das betriebsdauerbedingte Setzen der Mehrscheibenkupplung bewirkt eine Winkelverschiebung 15 der im Steuergerät abgelegten Kennlinie.

20 Es kann eine Kalibrierungsprozedur eingesetzt werden, um die Verschiebung des Kupplungspunktes zu detektieren. Hierbei wird der drehzahlgeregelte Getriebemotor als Sensor verwendet, um den Kupplungspunkt zu rekonstruieren. Dabei wird die Hubscheibe mit konstanter Drehzahl vom Stellmotor gegen das durch die Kupplung erzeugte Stellastmoment verdreht. Falls dabei der Motorstrom messtechnisch aufgenommen wird (Figur 3) kann an drei charakteristischen Winkelpositionen der Hubscheibe der Motorstrom gemittelt werden. Mit den drei Strom/Winkel-Punkten können dann zwei Geraden (301), (302) konstruiert werden, deren Schnittpunkt den Kupplungspunkt wiedergeben würde. Gerade (301) würde dabei als horizontal 25 vorausgesetzt.

30 Der Motorstrom repräsentiert jedoch nur bei konstantem und genau bekanntem Getriebewirkungsgrad das Stellmoment. Bei den üblicherweise verwandten Stellmotoren und Stellmechanismen variiert der Wirkungsgrad nicht nur in Abhängigkeit vom Einzelstück und der Lebensdauer, sondern beispielsweise auch in 35 Abhängigkeit des Schneckenradwinkels (welcher Zahn des Schne-

ckenrades im Eingriff ist). Ein über der Schneckenradposition variabler Wirkungsgrad führt bei einem drehzahlgeregelten Betrieb zu einer Stromanregung, also zu einer lokalen Verzerrung der Stromkennlinie, Figur 3. Liegt eine solche Verzerrung im Bereich der Mittelpunkte, so kommt es zu einer fehlerhaften Bestimmung des Kupplungspunktes.

Daher kommt es auf eine speziellen Ansteuerung des Stellmotors und der Auswertung der Systemgrößen Motorstrom und Schneckenrad-Drehzahl an. Der Stellmotor wird während der Kalibrierung über eine kaskadierte Strom/Drehzahlreglereinheit angesteuert und die Systemgrößen Motorstrom, Motordrehzahl (Schneckenraddrehzahl) und Drehwinkelstellung (Schneckenradwinkel) aufgenommen. Die aktive Drehzahlregelung bewirkt, dass der Stellmotor die Hubscheibe bis zu einem Schneckenrad Winkel s_1 , der im Leerweg der Kupplungsstellmechanik liegt, mit konstanter Drehzahl rotiert. Ab s_1 werden die Reglerzustände eingefroren, womit der Stellmotor spannungsgesteuert gegen das zunehmende Lastmoment des Kupplungsstellers die Hubscheibe bis zum Stillstand verdreht. Damit sind die erhaltenen Signalverläufe von Motorstrom und Schneckenraddrehzahl = Hubscheibendrehzahl, Figur 4, vom Einfluss der Regler und somit von einer hierdurch als Störung wirkenden Anregung befreit. Es ergeben sich zwei Signalverläufe, die zur Bestimmung des Kupplungspunktes verwendet werden können. Die Anwendung der linearen Regressionsmethode bezüglich der Intervalle (401) und (402) auf Strom- und Drehzahlverlauf angewandt, zeichnet sich durch eine höherer Robustheit gegenüber lokalen Getriebewirkungsgradschwankungen aus, als es bei der punktuellen Auswertung lediglich des Stromverlaufes der Fall ist.

Aufbau

Der Gleichstromgetriebemotor (101), beziehungsweise der Stellmotor wird über eine H-Brücke (502) angesteuert. An dem Stellmotor sind zwei Sensoren (503) zur Motordrehzahlerfas-

sung und (504) zur Erfassung der Schneckenradposition angebracht. Ein weiterer Sensor (505) dient zur Strommessung. Der Stromregler (506) erzeugt aus dem gemessenen Strom vom Stromsensor (505) und der Sollstromvorgabe, das ist die Ausgangsgröße des Drehzahlreglers (507), eine Steuerspannung, die als Eingangsgröße der H-Brücke (502) dient. Der Stromregler (506) ist vorzugsweise als PI-Regler mit Anti-Reset-Windup-Funktion und der Möglichkeit, abhängig von einer Steuergröße die Reglerausgangsgröße und die inneren Reglerzustände einzufrieren, ausgeführt. Der Drehzahlregler (507) erhält seine Eingangsgröße, die gemessene Motordrehzahl, vom Drehzahlsensor (503) und den Motordrehzahlsollwert von der Steuerung (508). Der Drehzahlregler (507) ist vorzugsweise als PI-Regler mit erweiterter, den Zustand des Stromreglers berücksichtigenden Anti-Reset-Windup-Funktion und ebenfalls der Möglichkeit, abhängig von einer Steuergröße die Reglerausgangsgröße und die inneren Reglerzustände einzufrieren, ausgeführt. Die Steuerung (508) steuert den gesamten Kalibrierungsprozess. Die hierfür notwendigen Signalgrößen Schneckenradwinkel (504), Schneckenraddrehzahl (509) und Motorstrom (505) werden von den entsprechenden Sensoreinheiten bzw. Konvertierungseinheiten (509), die Schneckenraddrehzahl oder Hubscheibendrehzahl kann als abgeleitete Größe mittels der bekannten Getriebeübersetzung des Schneckenradgetriebes aus der Motordrehzahl des Stellmotors berechnet werden, zur Verfügung gestellt. In der Auswertungseinheit (510) wird von der Steuereinheit konfiguriert und aktiviert die Regressionsanalyse der Signalverläufe Motorstrom und Schneckenraddrehzahl über dem Schneckenradwinkel durchgeführt.

30

35

Die Gesamtfunction teilt sich in die Funktionseinheiten Steuerung und Auswertung bzw. Analyse auf. Die Steuerung gibt die Motorsolldrehzahl an den Drehzahlregler aus und aktiviert gleichzeitig die Funktion des Drehzahl- und Stromreglers. Es stellen sich die in Figur 6 dargestellten Signalzeitverläufe ein. Der drehzahlgeregelte Zustand bleibt aktiviert bis das

Schneckenrad die Position sFix erreicht hat. Danach wird von der Steuerung in Abhängigkeit des Analysemodus die Regler veranlasst, ihre Stellgrößen einzufrieren. Hier gibt es zwei Modi. Bei Modus 1 wird die Stellgröße des Stromreglers eingefroren (konstant geschaltet) und alle Regler-Integralanteile zurückgesetzt. Hierbei wird die Analyse spannungskonstant durchgeführt. Bei Modus 2 bleibt der Stromregler aktiv, nur der Drehzahlregler wird von der Steuerung veranlasst, seine Stellgröße einzufrieren. Hierbei wird die Analyse stromkonstant durchgeführt. Nach Durchlaufen aller Regressionsintervalle wird der Stromregler wieder aktiviert (Modus 1) und von der Steuerung ein Stromsollwert ausgegeben, mit dem der GM wieder in seine Ausgangsposition zurück gefahren wird. Damit ist ein Kalibrierprozess beendet. Pro Kalibrierung kann nur ein Modus aktiv sein, daher können zwei Kalibrierungsläufe (Modus 1, Modus 2) nacheinander durchgeführt werden. Die Kalibrierläufe werden zweckmäßigerweise beim Starten des Verbrennungsmotors des Kraftfahrzeuges oder bei stehendem Fahrzeug im ausgekuppelten Zustand durchgeführt. Figur 7 zeigt einen Signalflussplan der Ansteuerung.

Auswertung

In der Auswertung werden abhängig vom in der Steuerung gewählten Modus pro Signalverlauf zwei Regressionsanalysen durchgeführt. Im Modus 1 wird dieses auf die Signalverläufe Schneckenraddrehzahl über Schneckenradposition und gegebenenfalls zusätzlich Motorstrom über Schneckenradposition angewendet. Im Modus 2 ist diese Anwendung aufgrund der konstanten Stromregelung nur auf den Schneckenraddrehzahlverlauf über der Schneckenradposition sinnvoll. Da das Verfahren im Prinzip für die beiden Verläufe identisch ist, soll es hier beispielhaft nur für den Motorstrom erläutert werden. Der von der Steuerung vorgegebene typische Signalverlauf des Motorstroms ist in Figur 8 angegeben. Im ersten Regressionsbereich (801) wird eine lineare Regression mittels abgetasteter Wer-

tepaare (s.I) rekursiv durchgeführt. Die sich ergebene Regressionsgerade wird durch die zwei Parameter Geradensteigung und Ordinatenabschnitt abgelegt. Im weiteren Verlauf des gesteuerten Kalibrierungsprozesses wird der Regressionsbereich (802) durchlaufen. Innerhalb dieses Bereiches wird erneut eine lineare Regression durchgeführt und die hierbei erhaltene Regressionsgerade wiederum als Parameterpaar Geradensteigung und Ordinatenabschnitt abgelegt. Nachdem alle Regressionsbereiche durchlaufen wurden, wird der Schnittpunkt der beiden Regressionsgeraden berechnet und somit der Kisspunkt bestimmt. Im allgemeinen ist die Steigung der Gerade im Regressionsbereich (802) annähernd bekannt, da sich die Kupplungscharakteristik in dieser Richtung kaum verändert somit auch aus Vorgängeranalysen vorliegt. Hiermit kann eine Filterfunktion realisiert werden, die den Vertrauensbereich der abgetasteten Signalwerte bewertet. Innerhalb der Regressionsbereiche (801), (802) werden lokale Regressionsbereiche gebildet, die eine Teilmenge der ursprünglichen Bereiche sind und deren obere Grenze das neu abgetastete Wertepaar bildet. Es werden entsprechend lokale Regressionsgerade gebildet. Weicht deren Steigung von der erwarteten Steigung ab, so wird das zuletzt abgetastete Wertepaar schwächer in der Regressionsanalyse gewichtet oder sogar verworfen. Der Signalflussplan der Auswertung ist in Figur 9 angegeben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass zur Bestimmung des Kupplungspunktes ein Kalibrierungsprozess durchgeführt wird. Es ist ein kaskadierter Drehzahl- Stromregler im Einsatz. Der Stellmotor GM durchläuft teils drehzahlgeregelt, teils spannungsgesteuert bzw. stromgesteuert den gesamten Stellbereich. Der Durchlauf wird drehzahlgeregelt gestartet. Ab einer vorgegebenen Schneckenradposition werden die Reglerstellgrößen eingefroren (Modus 1: Stromregler deaktiviert, Modus 2 Stromregler aktiv, Drehzahlregler deaktiviert). Es werden die Signalverläufe Modus 1: Strom als Funktion der Schneckenradposition und Schneckenraddrehzahl als Funktion

der Schneckenradposition , Modus 2 nur Schneckenraddrehzahl als Funktion der Schneckenradposition aufgenommen.

Es existiert ein fest vorgegebener Regressionsbereich innerhalb des Stellerleerweges. Hier werden die Signalverläufe einer linearen Regression unterzogen. Die Regressionsgeraden für Drehzahl und Strom werden rekursiv bestimmt.

Es existiert ein zweiter Regressionsbereich jeweils abhängig von Schneckenraddrehzahl bzw. Motorstrom.

Hier werden erneut die Signalverläufe einer linearen Regression unterzogen.

Die lokalen Steigungen werden innerhalb kleinerer Teilintervalle deren Obergrenze das aktuell abgetastete Datenpaar ist, durch lineare Regression bestimmt. Der Vergleich der lokalen Steigung mit der zur erwarteten Steigung, z. B. aus Vorgängerkalibrierungen, bestimmt den Gewichtungsfaktor mit der die neuen Wertepaare in die Hauptregression eingehen.

Nach durchlaufen der zweiten Regressionsbereiche wird hierfür die Regressionsgerade berechnet.

Es wird der Schnittpunkt der beiden Regressionsgeraden pro Signalverlauf (Modus abhängig) berechnet.

Der Kupplungspunkt (Kisspunkt) ist der Schnittpunkt der zwei Regressionsgeraden.

24.06.03 Wb/Hi

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

5

10

Ansprüche

15

1. Verfahren zur Bestimmung des Kupplungspunktes einer mittels einer Stellvorrichtung betätigbaren Kupplung (MSK), insbesondere einer in einem Verteilergetriebe eines Kraftfahrzeuges mit Allradantrieb angeordneten Kupplung, welche Stellvorrichtung einen mittels einer Steuervorrichtung (508) elektrisch anreibbaren Stellmotor (GM) aufweist, der ausgangsseitig ein Motordrehmoment und eine Motordrehzahl bereitstellt und in Wirkverbindung mit einem die Kupplung (MSK) betätigenden Stellmechanismus (102,103,104) steht, wobei die Drehwinkelstellung an der Motorausgangseite oder eine daraus abgeleitete Größe erfasst wird, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung des Kupplungspunktes der Stellmotor (GM) von der Steuervorrichtung (508) willkürlich derart betätigt wird, dass die Kupplung (MSK) eingerückt wird und dass bei Erreichen einer vorgebbaren Drehwinkelstellung (s_1) des Stellmotors oder der daraus abgeleiteten Größe

20

- in einem ersten Betriebsmodus der Stellmotor (GM) von der Steuervorrichtung mit einer konstanten Spannung beaufschlagt wird und gleichzeitig die Motordrehzahl in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung und insbesondere zusätzlich der Motorstrom in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung erfasst wird
- und/oder in einem zweiten Betriebsmodus der Stellmotor (GM) von der Steuervorrichtung mit einem konstanten Strom

30

45

beaufschlagt wird und die Motordrehzahl in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung erfasst wird,
und dass aus den erfassten, von der Drehwinkelstellung ab-
hängigen Werten der Motordrehzahl und insbesondere zusätz-
5 lich aus den erfassten, von der Drehwinkelstellung abhängigen Werten des Motorstromes der Kupplungspunkt ermittelt wird.

10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bis zum Erreichen der vorgebbaren Drehwinkelstellung (s1) des Stellmotors (GM) oder der daraus abgeleiteten Größe der Stellmotor drehzahlgeregelt angesteuert wird.

15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine in Kaskadenschaltung geschaltete Stromregler- Drehzahlreglereinheit (506,507) vorgesehen ist, und dass in dem ersten Betriebsmodus die Stellgröße des Stromreglers (506) konstant geschaltet wird und/oder in dem zweiten Be- triebmodous die Stellgröße des Drehzahlreglers (507) kon- 20 stant geschaltet wird.

2 4. Verfahren nach einem der Anspruehe 1 bis 3, dadurch ge- kennzeichnet, dass die Bestimmung des Kupplungspunktes von der Steuervorrichtung im Stillstand des Kraftfahrzeuges durchgeführt wird.

30 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus den erfassten von der Drehwinkelstellung abhängigen Wer- ten der Motordrehzahl und/oder des Motorstromes der Kupp- lungspunkt durch Regression ermittelt wird.

35 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Regressionsbereiche (801,802) vorgegeben sind, von de- nen ein erster Regressionsbereich (801) im Leerweg des Stellmechanismus liegt und ein zweiter Regressionsbereich (802) im Stelllastbereich des Stellmechanismus liegt, in dem

der Stellmechanismus gegen das von der Kupplung erzeugten Stelllastmoment angetrieben wird, und dass der Kupplungspunkt als Schnittpunkt der beiden aufgefundenen Regressionsgeraden ermittelt wird.

5

7. System zur Bestimmung des Kupplungspunktes einer mittels einer Stellvorrichtung betätigbaren Kupplung (MSK) eines Kraftfahrzeuges, insbesondere einer in einem Verteilergetriebe eines Kraftfahrzeuges mit Allradantrieb angeordneten Kupplung, welche Stellvorrichtung einen mittels einer Steuervorrichtung (508) elektrisch antreibbaren Stellmotor (GM) aufweist, der ausgangsseitig ein Motordrehmoment und eine Motordrehzahl bereitstellt und in Wirkverbindung mit einem die Kupplung (MSK) betätigenden Stellmechanismus (102,103, 104) steht, wobei die Drehwinkelstellung an der Motorausgangsseite oder eine daraus abgeleitete Größe erfasst wird, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung des Kupplungspunktes der Stellmotor (GM) von der Steuervorrichtung (508) willkürlich derart betätigt wird, dass die Kupplung (MSK) eingerückt wird und dass bei Erreichen einer vorgebbaren Drehwinkelstellung (s_1) des Stellmotors oder der daraus abgeleiteten Größe

- in einem ersten Betriebsmodus der Stellmotor (GM) von der Steuervorrichtung mit einer konstanten Spannung beaufschlagt wird und gleichzeitig die Motordrehzahl in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung und insbesondere zusätzlich der Motorstrom in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung erfasst wird
- und/oder in einem zweiten Betriebsmodus der Stellmotor (GM) von der Steuervorrichtung mit einem konstanten Strom beaufschlagt wird und die Motordrehzahl in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung erfasst wird,

und dass aus den erfassten, von der Drehwinkelstellung abhängigen Werten der Motordrehzahl und insbesondere zusätzlich aus den erfassten, von der Drehwinkelstellung abhängi-

35

gen Werten des Motorstromes der Kupplungspunkt ermittelt wird.

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine
5 in Kaskadenschaltung geschaltete Stromregler-
Drehzahlreglereinheit (506,507) vorgesehen ist, und dass in
dem ersten Betriebsmodus die Stellgröße des Stromreglers
(506) konstant geschaltet wird und/oder in dem zweiten Be-
triebsmodus die Stellgröße des Drehzahlreglers (507) kon-
10 stant geschaltet wird.

9. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die
Bestimmung des Kupplungspunktes von der Steuervorrichtung im
Stillstand des Kraftfahrzeuges durchgeführt wird.

24.06.03 Wb/Hi

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren und System zur Bestimmung des Kupplungspunktes einer mittels einer Stellvorrichtung betätigbaren Kupplung

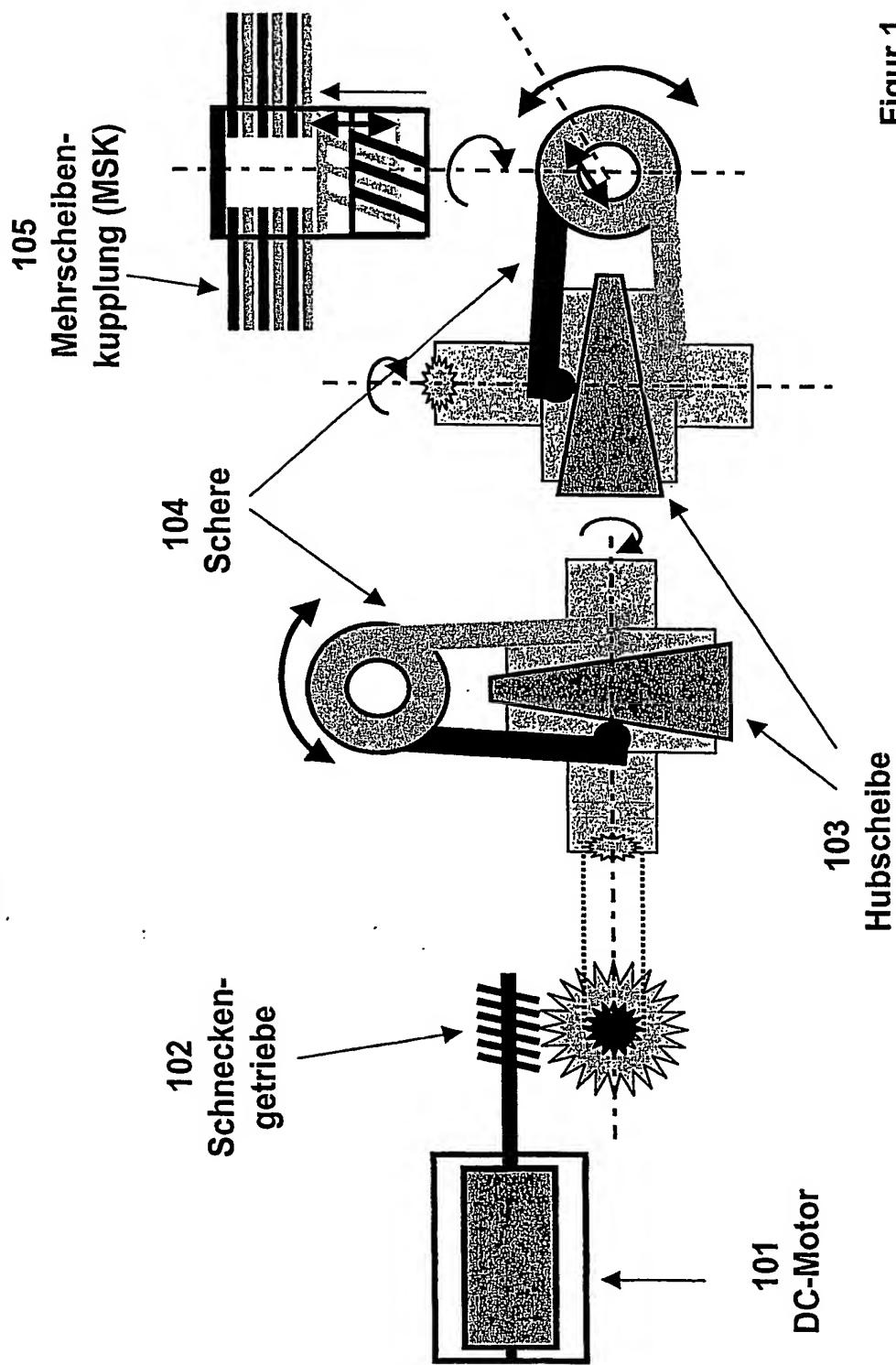
10

Zusammenfassung

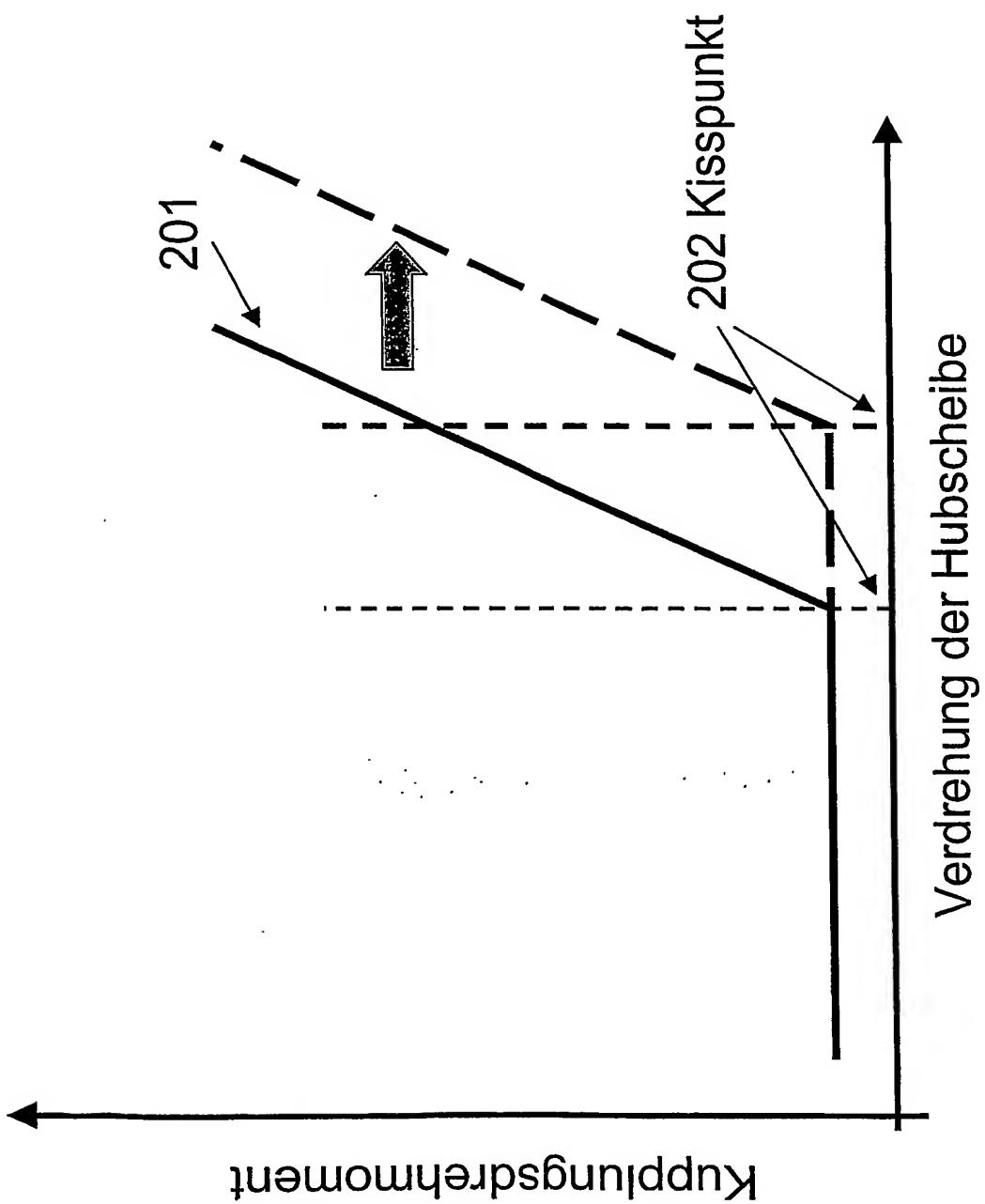
Es wird ein Verfahren und ein System zur Bestimmung des Kupplungspunktes einer mittels einer Stellvorrichtung betätigbaren Kupplung (MSK) eines Kraftfahrzeuges, insbesondere einer in einem Verteilergetriebe eines Kraftfahrzeuges mit Allradantrieb angeordneten Kupplung, welche Stellvorrichtung einen elektrisch antreibbaren Stellmotor (GM) aufweist, der ausgangsseitig ein Motordrehmoment und eine Motordrehzahl bereitstellt und in Wirkverbindung mit einem die Kupplung (MSK) betätigenden Stellmechanismus (102,103,104) steht und mittels einer Steuervorrichtung (508) betätigbar ist. Vorgeschlagen wird, dass zur Bestimmung des Kupplungspunktes in einem ersten Betriebsmodus der Stellmotor (GM) mit einer konstanten Spannung beaufschlagt wird und gleichzeitig die Motordrehzahl in Abhängigkeit vom der Drehwinkelstellung und insbesondere zusätzlich der Motorstrom in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung erfasst wird und/oder in einem zweiten Betriebsmodus der Stellmotor (GM) mit einem konstanten Strom beaufschlagt wird und die Motordrehzahl in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung erfasst wird und dass aus den erfassten, von der Drehwinkelstellung abhängigen Werten der Motordrehzahl und uns insbesondere zusätzlich den Werten des Motorstromes der Kupplungspunkt ermittelt wird.

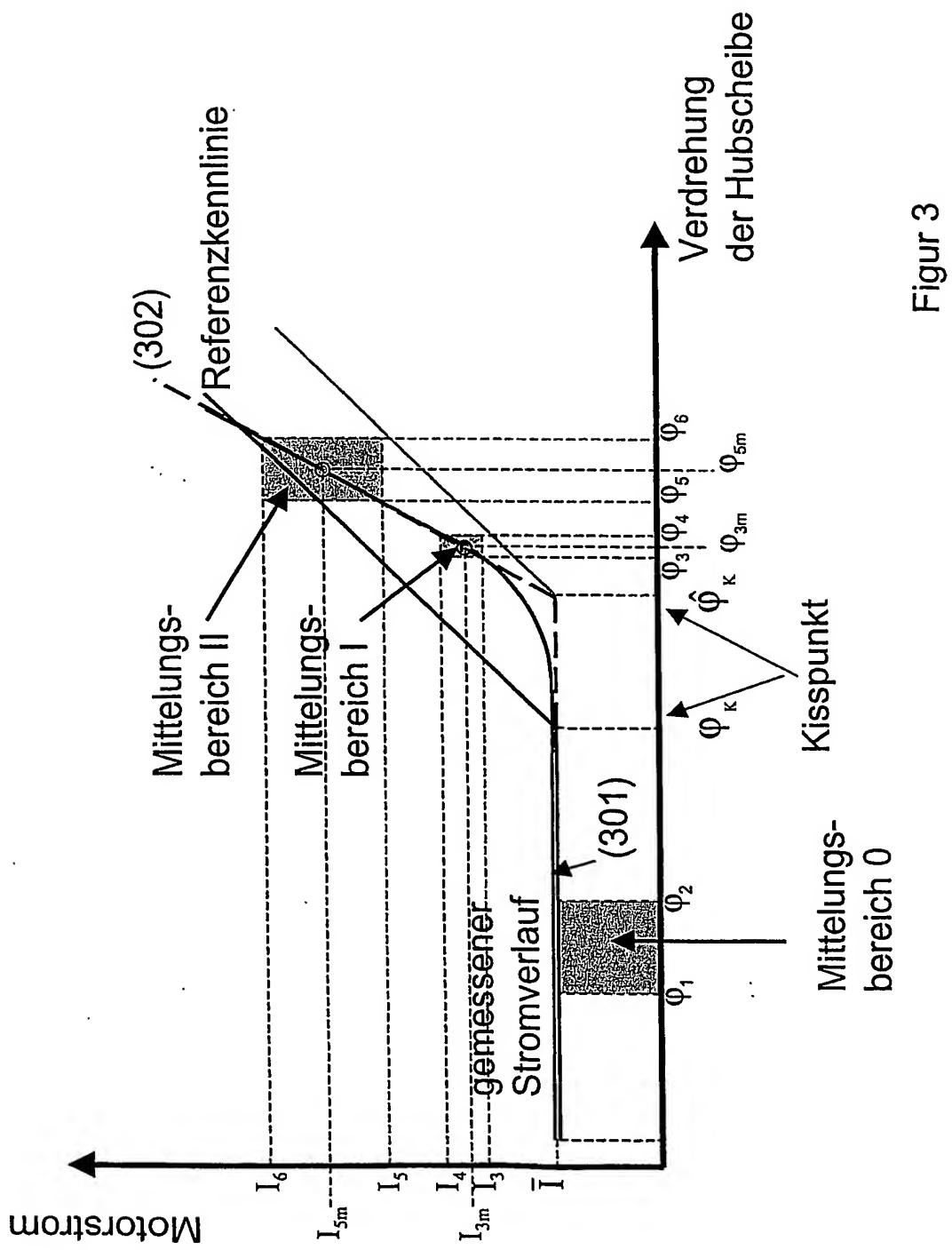
35

Figur 1

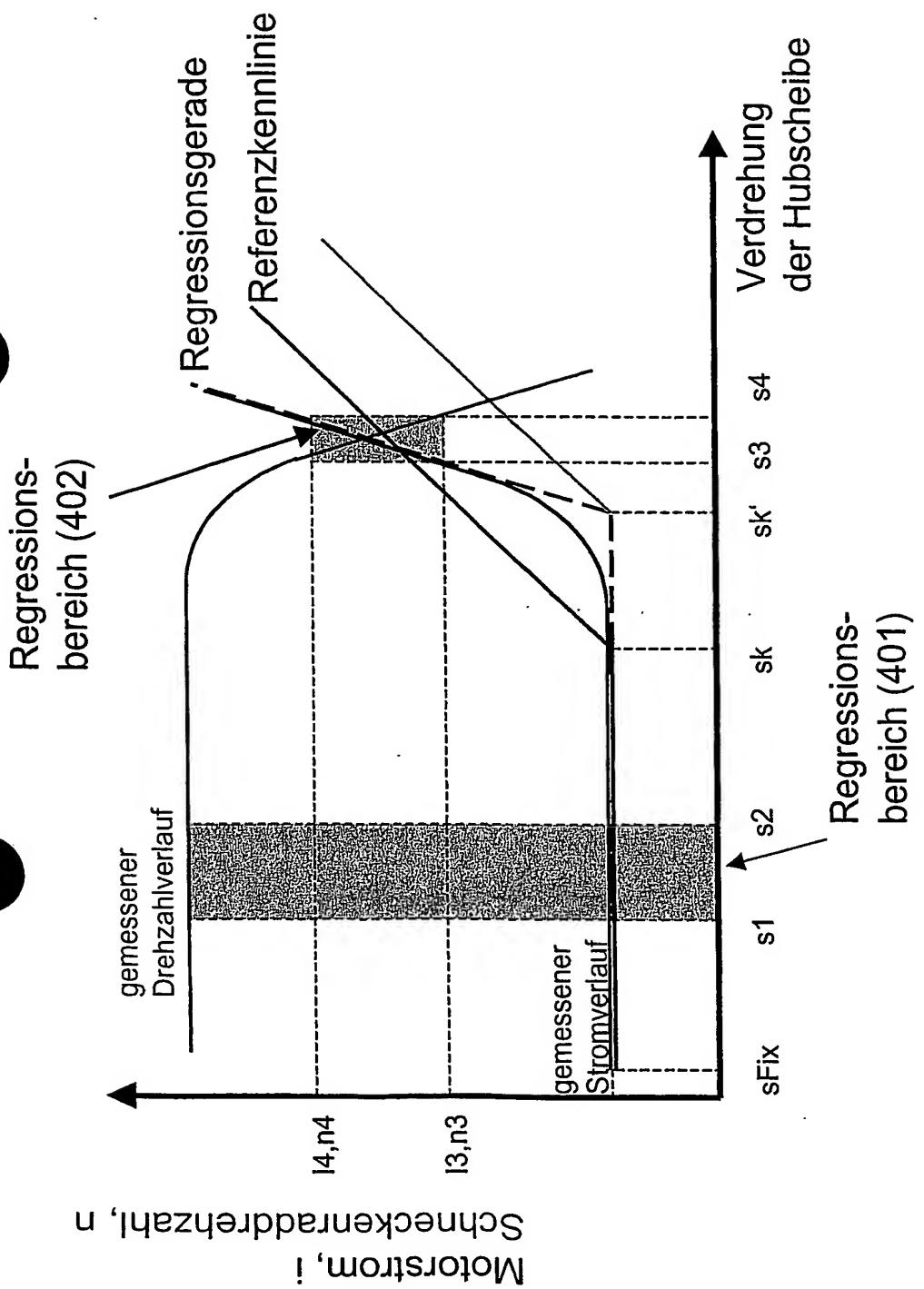


Figur 2

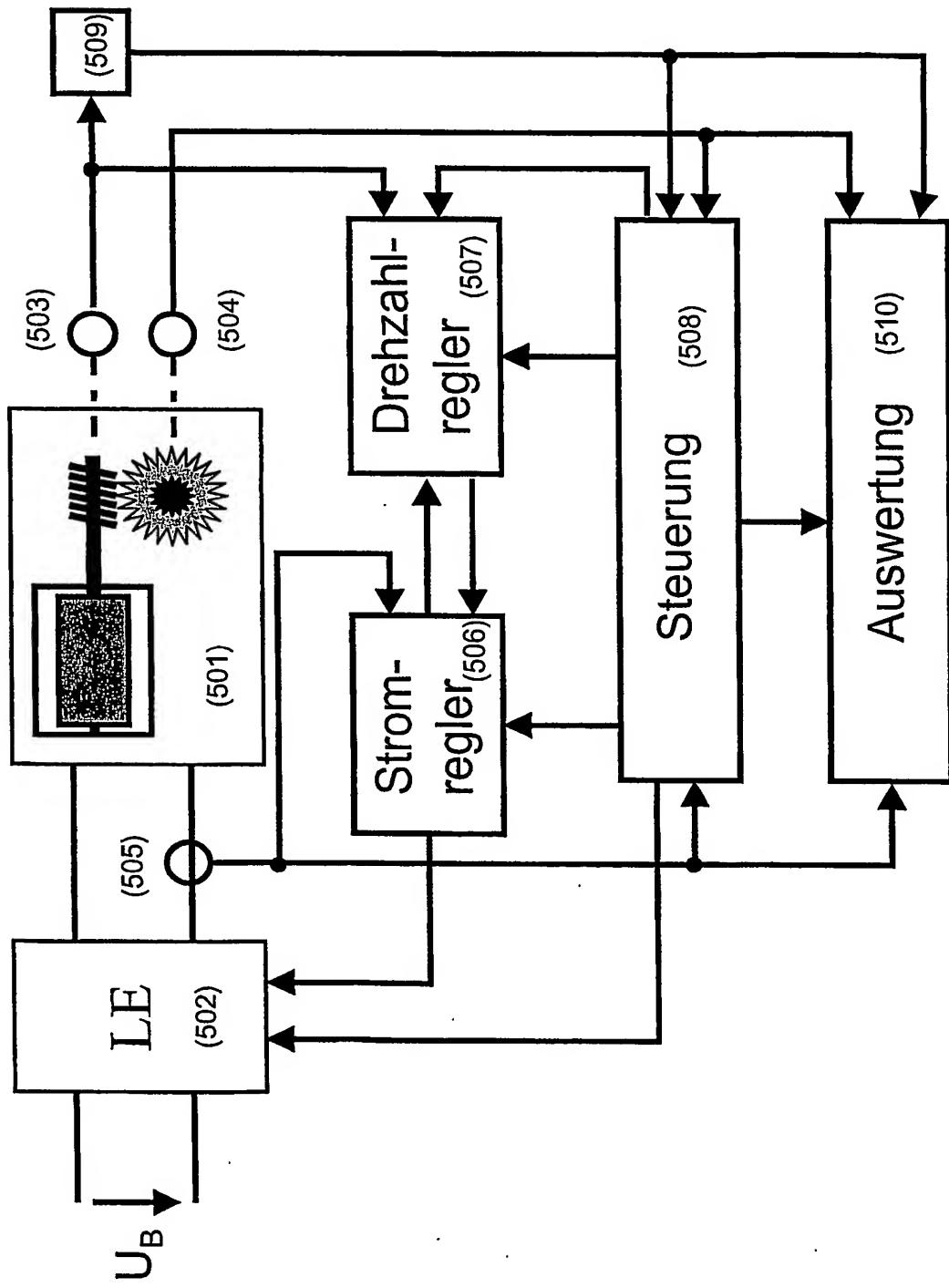




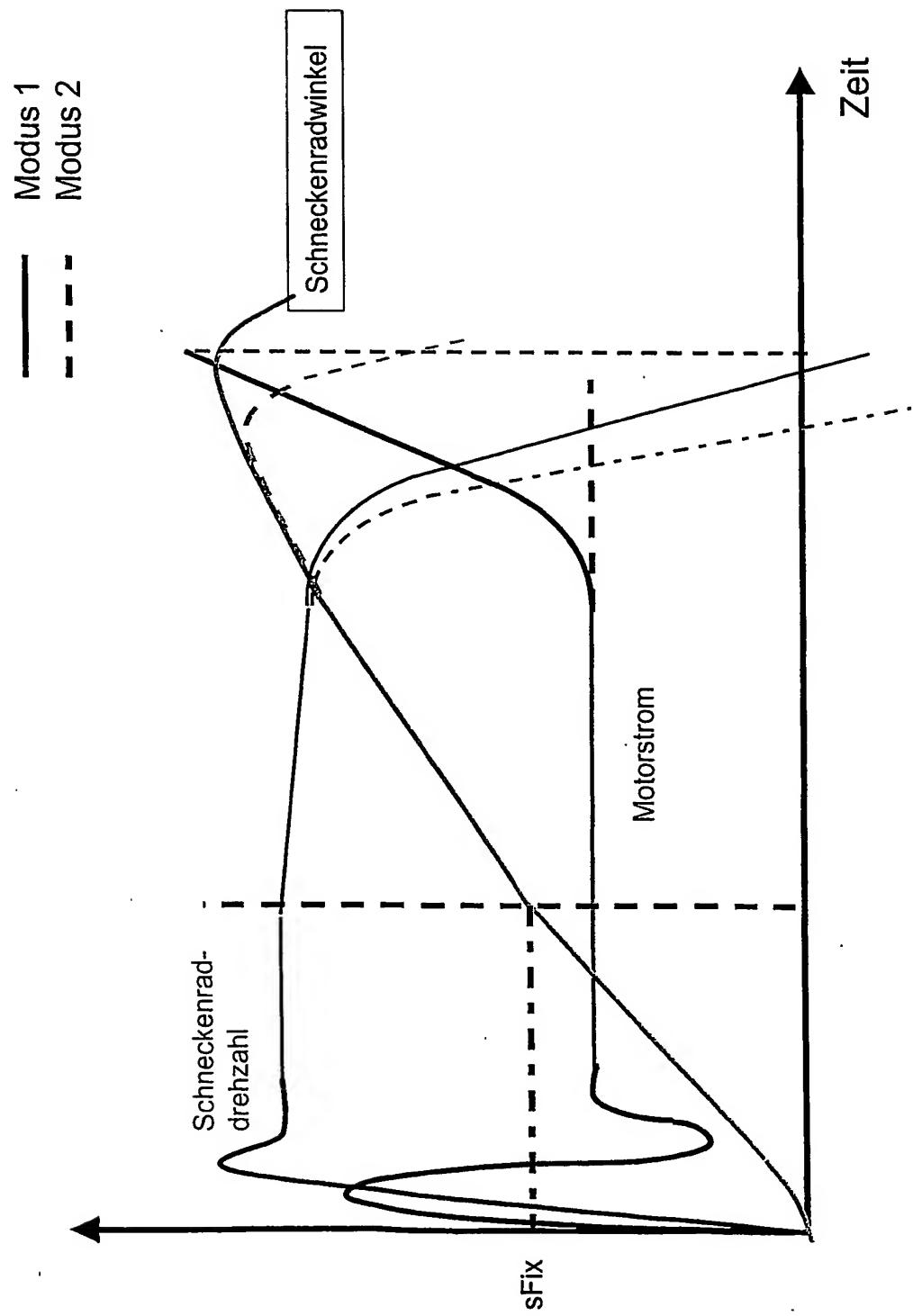
Figur 3



Figur 4

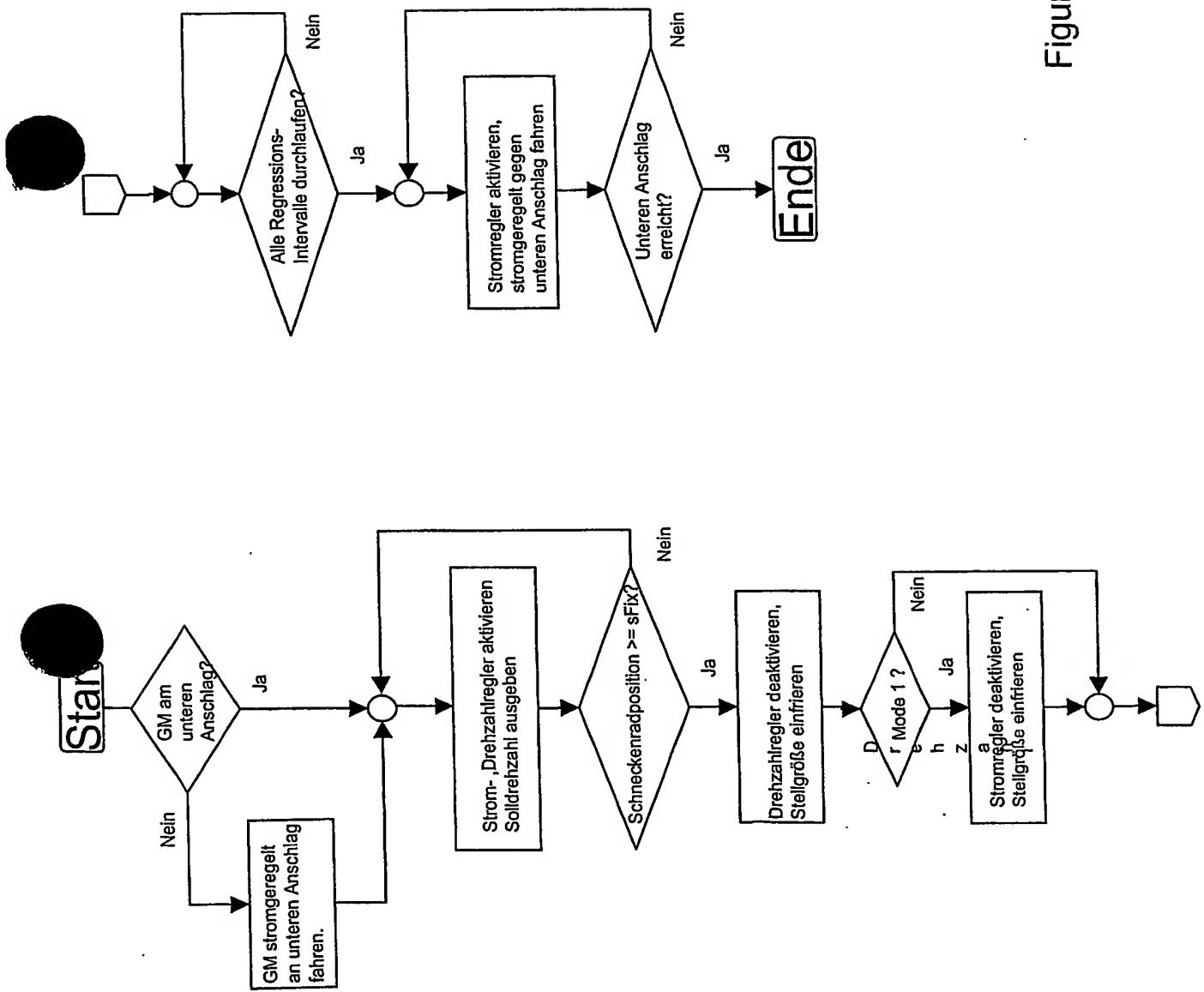


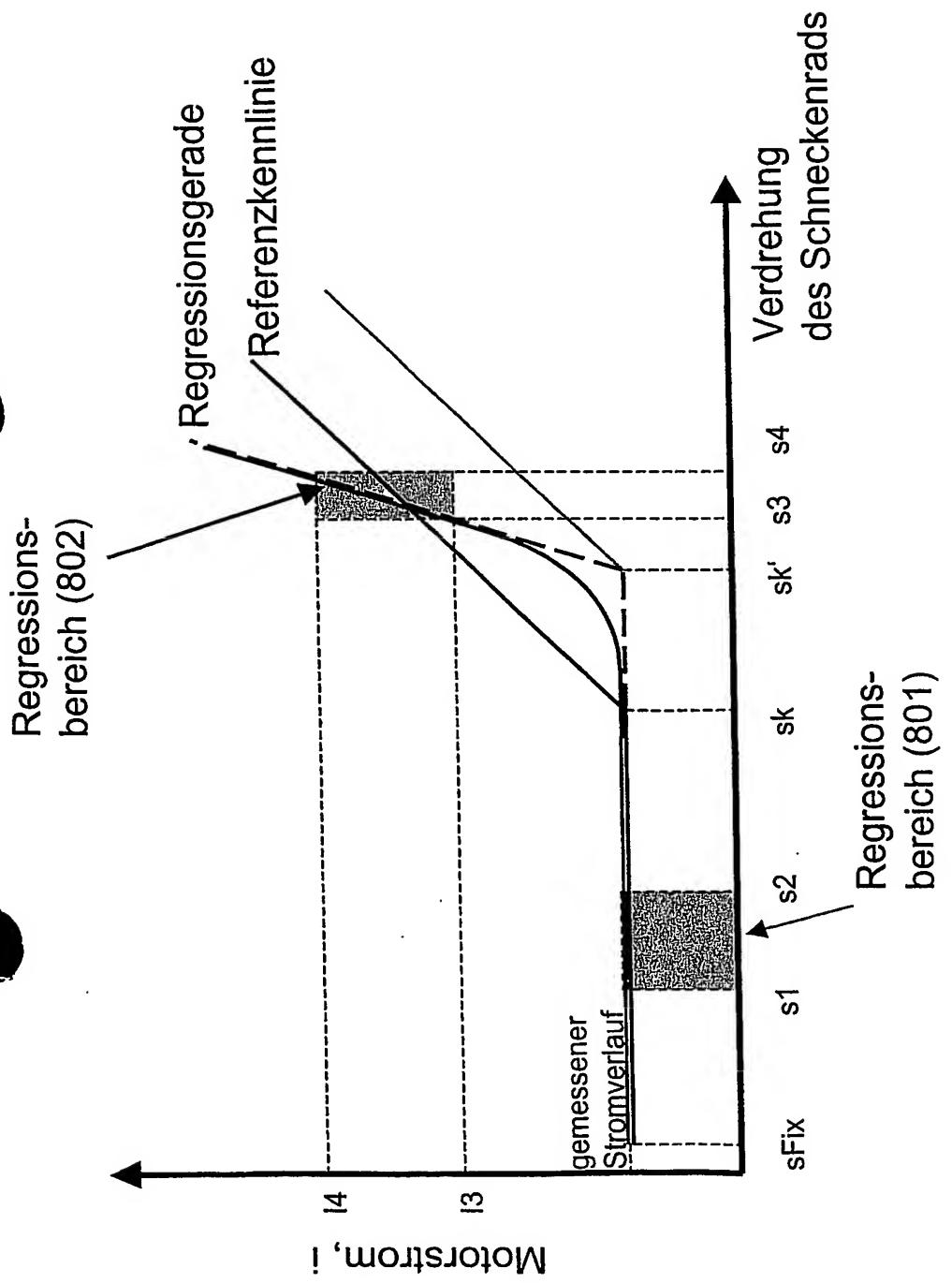
Figur 5



Figur 6

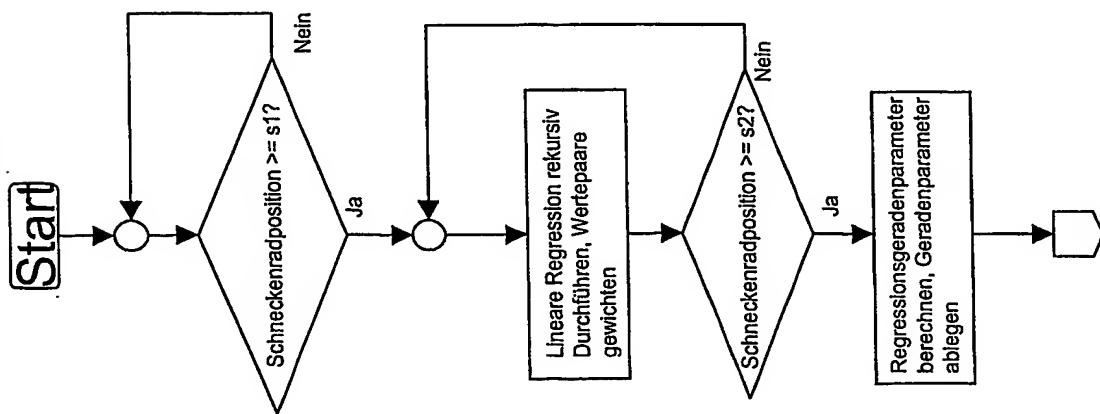
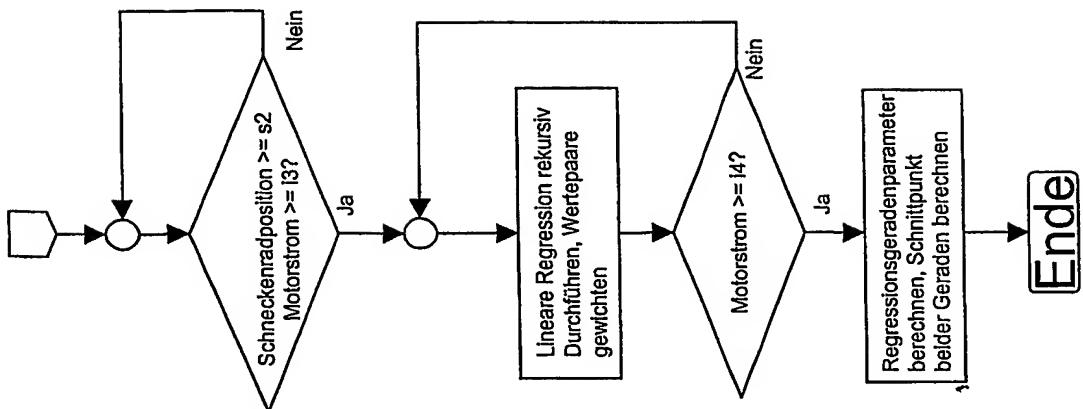
Figur 7





Figur 8

Figur 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.